

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) 177 305 (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
H01P 5/18 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: прекратил действие, но может быть восстановлен (последнее изменение статуса: 18.03.2019)
Пошлина: учтена за 1 год с 25.07.2017 по 25.07.2018

(21)(22) Заявка: 2017126697, 25.07.2017(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
25.07.2017Дата регистрации:
15.02.2018Приоритет(ы):
(22) Дата подачи заявки: 25.07.2017(45) Опубликовано: 15.02.2018 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Denis A. Letavin Compact Microstrip Branch-Line Coupler with Unequal Power Division // 2017 11th European Conference on Antennas and Propagation, EUCAP, 15.05.2017, 1162-1165. Летавин Д.А. МИНИАТЮРИЗАЦИЯ МИКРОПОЛОСКОВЫХ СВЧ-УСТРОЙСТВ // Екатеринбург: УрФУ, 2016 (стр. 6-7, 62, фиг. 1.2). Denis A. Letavin A Novel Method of Design of Miniaturized Microstrip Microwave Devices Using Filters // IEEE International Conference on Microwaves, Communications, Antennas and Electronic Systems (COMCAS 2015), 2 - 4 November 2015, Tel Aviv, Israel. RU 2494502 C2, 27.09.2013. US 7538635 B2, 26.05.2009. US 8704575 B2, 22.04.2014. US 3996533 A1, 07.12.1976.

Адрес для переписки:
620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,
УрФУ, Центр интеллектуальной
собственности, Маркс Т.В.

(72) Автор(ы):

Летавин Денис Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Уральский федеральный
университет имени первого Президента
России Б.Н. Ельцина" (RU)

(54) КОМПАКТНЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ

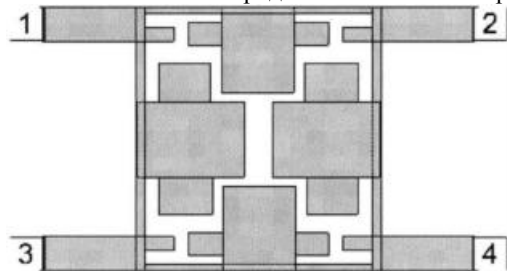
(57) Реферат:

Полезная модель относится к области радиотехники, а именно к направленным ответвителям.

Направленный ответвитель содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 и четыре попарно одинаковых фильтра нижних частот, подключенных друг к другу через тройники, с входными сопротивлениями $R_2=R_1 \cdot k$ и

$R_3 = R_1 \cdot k / \sqrt{1 - k^2}$, где $k = \sqrt{P_{\text{отв}} / P_{\text{вх}}}$, $P_{\text{отв}}$ - мощность, ответвленная в один из входов, $P_{\text{вх}}$ - мощность, подаваемая на вход направленного ответвителя, и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте. Причем первый вход

первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот, второй вход первого фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот, второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот, второй вход третьего фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом четвертого фильтра нижних частот. Технический результат - уменьшение длин сегментов линий передачи в составе направленного ответвителя. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1

Полезная модель относится к радиотехнике и может быть использована в радиолокации, радионавигации, связи, антенных системах и радиоизмерениях как самостоятельное устройство, а также в качестве функционального узла для построения делителей мощности, фазовращателей, смесителей, модуляторов, дискриминаторов, сумматоров мощности, диаграммообразующих элементов.

В настоящий момент широкую известность получила конструкция квадратурного направленного ответвителя, выполненная в виде двух одинаковых отрезков линии передачи, например, коаксиального кабеля, длиной в $1/8$ длины волны в линии и содержащего две сосредоточенные емкости связи, которые включены на концах отрезков между потенциальными проводниками линий («Устройства сложения и распределения мощностей высокочастотных колебаний.» Под ред. З.И. Моделя. Изд. "Советское радио", М. 1980. С. 86-87, рис. 6.6). Недостатками данного технического решения являются: узкая полоса рабочих частот и большой габаритный размер.

Другая часто используемая конструкция представляет собой квадратурный направленный ответвитель на элементах с сосредоточенными параметрами. Ответвитель представляет собой симметричный восьмиполосник, состоящий из фильтров верхних частот ("Широкополосные устройства СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами" Карпов В.М., Малышев В.А., Перевошиков И.В. - М.: "Радио и связь", 1984. с. 67-72, рис. 5.5). При широкой полосе рабочих частот данный ответвитель содержит большое количество элементов, а, следовательно, имеет большие габаритные размеры, низкую надежность и повторяемость при серийном производстве, высокую стоимость, сложен в изготовлении и настройке.

Из известных технических решений наиболее близким по технической сущности к предложенному является микрополосковый направленный ответвитель, который содержит диэлектрическую подложку, одна поверхность которой металлизирована, а на другой две микрополосковые линии соединены на расстоянии четверти длины волны двумя четвертьволновыми шлейфами. (Вольман В.И., Пименов Ю.В. Техническая электродинамика - «Связь», 1971. - 487 с.). Устройство обеспечивает прохождение сигнала с входа основной линии на выход и ответвление части мощности, проходящей по основной линии передачи, на два выхода. Фазовый сдвиг напряжений на выходах такого ответвителя составляет 90° . Недостатками указанного микрополоскового направленного ответвителя являются: большие габаритные размеры, особенно на низких частотах, а также паразитные полосы пропускания на соседних частотах.

Полезная модель направлена на уменьшение габаритных размеров направленных ответвителей.

Техническим результатом, достигаемым при реализации полезной модели, является уменьшение длин сегментов линий передачи в составе направленного ответвителя.

Технический результат достигается за счет того, что направленный ответвитель содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 и четыре попарно одинаковых фильтра нижних частот, подключенных друг к другу (через тройники), с входными сопротивлениями $R_2=R_1 \cdot k$ и $R_3 = R_1 \cdot k / \sqrt{1-k^2}$, где

$$k = \sqrt{P_{\text{отв}} / P_{\text{вх}}}, P_{\text{отв}} - \text{мощность, ответвленная в один из входов, } P_{\text{вх}} - \text{мощность,}$$

подаваемая на вход направленного ответвителя, и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, где первый вход первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот, второй вход первого фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот, второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот, второй вход третьего фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом четвертого фильтра

нижних частот, предпочтительным является несимметричное исполнение всех фильтров нижних частот.

Фильтр нижних частот, имеющий в необходимой полосе частот фазочастотную характеристику, совпадающую с фазочастотной характеристикой линии передачи, обладает меньшей длиной по сравнению с ней. Таким образом, использование фильтров нижних частот вместо отрезков линий передачи позволяет уменьшить габаритные размеры устройства.

Сущность изобретения поясняется фигурами, на которых изображено:

- на фиг. 1 - предпочтительный вариант топологии предлагаемого микрополоскового направленного ответвителя с несимметрично выполненными фильтрами нижних частот, реализованного на диэлектрической подложке с относительной диэлектрической проницаемостью равной 4.4 и толщиной 1 мм; вид сверху, где 1, 2, 3, 4 - входы ответвителя;
- на фиг. 2 - графики зависимости модулей S-параметров от частоты, выраженных в децибелах;
- на фиг. 3 - график частотной зависимости разности фаз между связанным и основным выходами ответвителя.

Микрополосковый направленный ответвитель имеет четыре 50-омных входных линии передачи, состоит из четырех фильтров нижних частот в микрополосковом исполнении, подключенных друг к другу через тройники между входами 1 и 2, 1 и 3, 3 и 4, 2 и 4.

Микрополосковый направленный ответвитель работает следующим образом.

Поступающая на вход 1 мощность высокочастотного сигнала (например, с рабочей частотой 2 ГГц) через фильтр нижних частот частично поступает на вход 2, частично ответвляется на вход 4. Подобная реализация, представленная на фиг. 1, предлагаемого ответвителя обеспечивает равное деление мощности. За счет использования фильтров нижних частот, обеспечивающих фазовый набег 90° , вход 3 оказывается электрически развязанным на центральной рабочей частоте. Ввиду симметрии предлагаемого устройства, аналогичное рассуждение справедливо при подаче мощности на другие входы.

Для ответвителя, который делит мощность поровну между двумя выходами:

$P_{\text{отв}}=0,5 \text{ Вт}$, $P_{\text{вх}}=1 \text{ Вт}$, тогда $k = \sqrt{P_{\text{отв}}/P_{\text{вх}}} = \sqrt{0,5/1} \approx 0,707$, для стандартного

волнового сопротивления $R_1=50 \text{ Ом}$ входные сопротивления будут равны

$R_2=R_1 \cdot k=50 \cdot 0,707=35,35 \text{ Ом}$ и $R_3 = R_1 \cdot k / \sqrt{1-k^2} = 50 \cdot 0,707 / \sqrt{1-0,707^2} \approx 50 \text{ Ом}$.

В качестве дополнительного преимущества предлагаемый ответвитель не имеет паразитных полос пропускания на частотах, кратных центральной частоте рабочего диапазона. Применение фильтров нижних частот вместо отрезков линии передачи позволяет осуществить эффективную миниатюризацию конструкции. Благодаря несимметричной реализации фильтров нижних частот (внесению внутрь широких линий) дополнительно уменьшаются габаритные размеры устройства.

Для подтверждения реализуемости выбранного технического решения, был изготовлен опытный образец полезной модели микрополоскового направленного ответвителя со следующими техническими характеристиками:

- коэффициент стоячей волны по напряжению (КСВН) входов ответвителя не более 1,15;
- амплитудный разбаланс между основным и связанным каналами ответвителя не превышает 0,7 дБ, в соответствии с данными на фиг. 2;
- разность фаз между основным и связанным каналами отличается от 90° не более чем на 3° , что показано на фиг. 3.

Площадь компактного ответвителя составляет 196 мм^2 , что на 68,5% меньше площади, занимаемой стандартной конструкцией ответвителя.

Формула полезной модели

1. Направленный ответвитель, характеризующийся тем, что содержит четыре входные линии передачи с волновым сопротивлением R_1 , четыре попарно одинаковых фильтра нижних частот, подключенных друг к другу через тройники, с входными сопротивлениями $R_2=R_1 \cdot k$ и

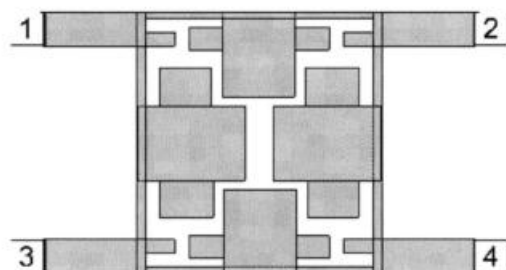
$$R_3 = R_1 \cdot k / \sqrt{1-k^2}, \text{ где } k = \sqrt{P_{\text{отв}}/P_{\text{вх}}}, P_{\text{отв}} -$$

мощность, ответвленная в один из входов, $P_{\text{вх}}$ - мощность, подаваемая на вход направленного ответвителя, и фазой коэффициента передачи 90° на центральной рабочей частоте, где первый вход первого фильтра нижних частот соединен с первым входом устройства и вторым входом четвертого фильтра нижних частот, второй вход первого фильтра нижних частот соединен со вторым входом устройства и первым входом второго фильтра нижних частот, второй вход второго фильтра нижних частот соединен с третьим входом устройства и первым входом третьего фильтра нижних частот, второй вход третьего фильтра нижних частот соединен с четвертым входом устройства и первым входом четвертого фильтра нижних частот.

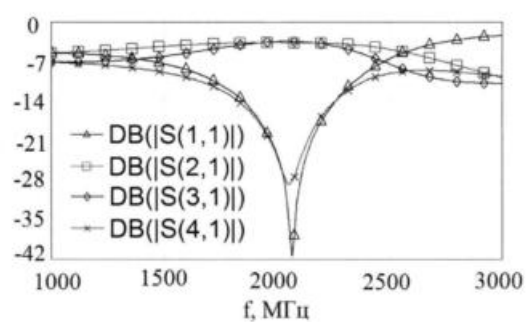
2. Ответвитель по п. 1, отличающийся тем, что все фильтры нижних частот имеют несимметричное исполнение.

1

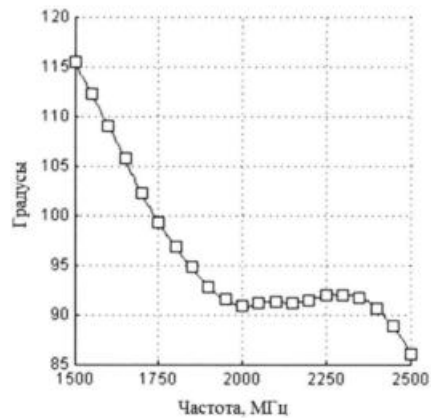
МИКРОПОЛОСКОВЫЙ НАПРАВЛЕННЫЙ ОТВЕТВИТЕЛЬ



Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3

ИЗВЕЩЕНИЯ

Дата прекращения действия патента: 26.07.2018

Дата внесения записи в Государственный реестр: 12.03.2019

